

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОБРАБОТКИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

©2016 В.А. Печенин, М.А. Болотов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

SOFTWARE SYSTEM FOR COMPENSATION SYSTEMATIC ERRORS FREE-FORM PROFILE PARTS

Pechenin V.A., Bolotov M.A. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

This paper describes the approach, which allows improve the accuracy of machining of free-form profile parts. This approach may be useful in process control and production parts on CNC equipment.

Многие детали изделий аэрокосмической и автомобилестроительной промышленности имеют сложную форму поверхности и жёсткие требования к точности изготовления. Требования к форме таких деталей диктуются многочисленными функциональными требованиями, а также эстетическими соображениями. Точность механической обработки на станках поверхностей сложной формы зависит от многих факторов, среди которых точность оборудования наиболее существенна. Известным подходом для повышения точности механической обработки является определение и компенсация систематических погрешностей, возникающих при механической обработке [1,2].

На современных производствах детали с поверхностями сложной формы в основном производят на станках с числовым программным управлением (ЧПУ). При изготовлении серии деталей точность геометрических параметров первых обработанных деталей контролируют. Для проведения контроля качества полученной геометрии деталь со станка переносят на координатно-измерительную машину (КИМ).

Целью данной работы является разработка программной системы для повышения точности механической обработки сложнопрофильных деталей аэрокосмической техники на станках с ЧПУ. Программа основана на реализации встроенного контроля, учёте и компенсации возникающих отклонений формы поверхностей деталей. Порядок исследований для разработки программной системы представлен на рис. 1.

Для адекватной компенсации отклонения формы необходимо исключить случайную составляющую измеренного отклонения.



Рис. 1. Блок-схема проведения исследования и апробации предлагаемого подхода

Для разделения измеренной погрешности на систематическую и случайную (шум) был использован билатеральный фильтр. Билатеральное фильтрование - это нелинейная техника фильтрования, представленная в работе [3].

При определении порогового значения параметров фильтра рассчитывались линейные коэффициенты автокорреляции [4] и была использована проверка на соответствие нормальному закону распределения с помощью критерия согласия Пирсона.

Для описания поверхностей деталей сложной формы, имеющих геометрические отклонения формы, использовались поверх-

ности образованные из бикубических порций [5] (порции Кунса). Описываемая поверхность представляет собой сегмент, соответствующий значениям параметров $0 \leq u \leq 1$, $0 \leq v \leq 1$. Порция Кунса образуется в результате сопряжения граничных сплайновых кривых и определяется выражением:

$$P(u, v) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij} u^i v^j, \quad (1)$$

где a_{ij} - алгебраические векторные коэффициенты с компонентами x , y и z .

Комбинирование лоскутов Кунса позволяет определить поверхность произвольной формы и размера.

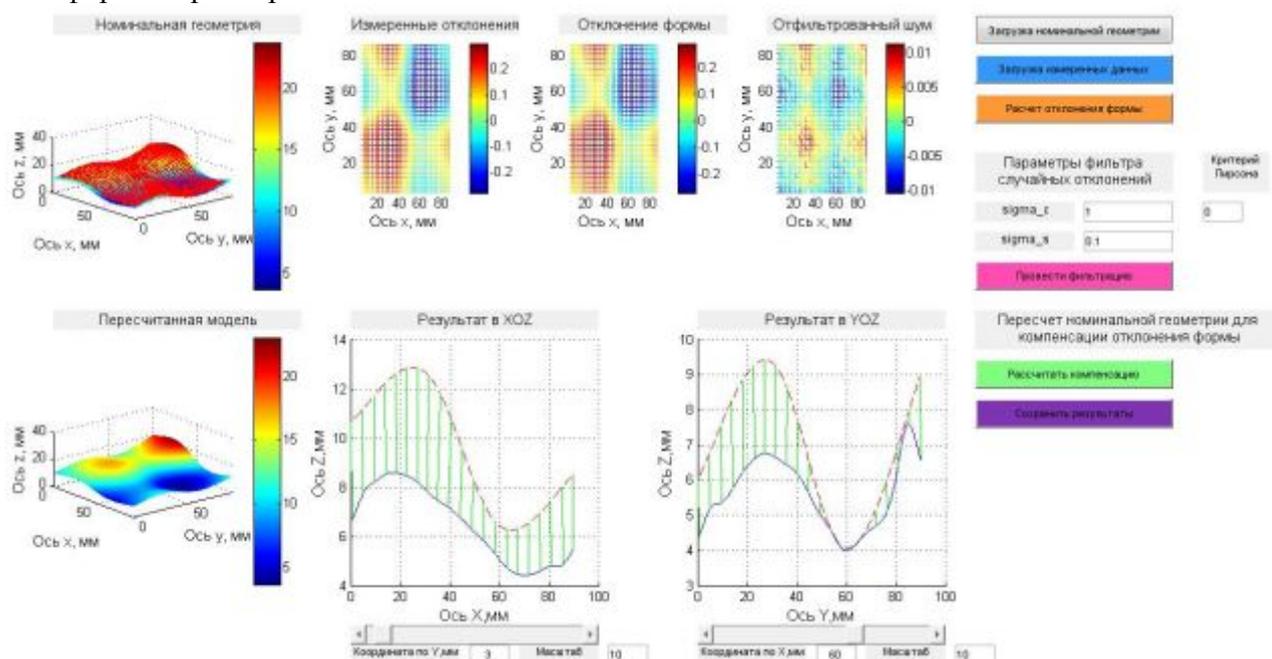


Рис. 2. Интерфейс разработанного программного комплекса

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы». Уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI57815X0131. Экспериментальные исследования были выполнены на оборудовании ЦКП САМ-технологий (RFMEFI59314X0003).

Библиографический список

1. Cho M.W., Kim G.H., Seo T.I., Hong Y.C., Cheng H.H. Integrated machining error compensation method using OMM data and modified PNN algorithm // International Journal

of Machine Tools and Manufacture. 2006. V. 46 (12-13). P. 1417-1427.

2. Chen Y., Gao J., Deng H., (...), Chen X., Kelly R. Spatial statistical analysis and compensation of machining errors for complex surfaces // Precision Engineering. 2013. V. 37, no. 1. P. 203-212

3. Tomasi C., Manduchi R. Bilateral filtering for gray and color images. // In ICCV. 1998. P. 839–846.

4. Sun X., Rosin P.L., Langbein F.C. Noise analysis and synthesis for 3D laser depth scanners // Graphical Models. 2009. V. 71, no 2. P. 34-48.

5. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. М.: Мир, 2001. 604 с.